

## De nood aan een ruimtelijk relevante vertaalslag van stedelijk metabolisme

Pauline Adam, Yaëlle Jacobs, Dimitri Voordeckers & Hans Leinfelder

### The need for a translation of urban metabolism relevant for spatial planning

G

*Ruimte & Maatschappij*, 9 (1), 19-37

© Garant | ISSN 2032-8427 | september 2017

#### ABOUT THE AUTHORS

When writing this article, Pauline Adam, Yaëlle Jacobs and Dimitri Voordeckers were students in the master program urbanism and planning at the faculty of Architecture at KU Leuven. Hans Leinfelder is assistant professor in planning policy, planning theory and ecology at the faculty of Architecture and co-ordinator of the PLEN research group at the departement of Architecture at KU Leuven.

#### ABSTRACT

The recent rise of the notion 'urban metabolism' opens perspectives for a combined approach of environmental and spatial challenges. A short-term research project within the master program in urbanism and planning at KU Leuven reviewed the projects on the urban metabolism of Rotterdam and Brussels. In particular the 'spatialization' of the characteristic and detailed analysis of material flows appeared to be unsatisfactory. The integration of material flows with spatial features and relevant actors is still lacking at the moment. An exploration on the internet of potential integrating ways of representing flows, nodes, infrastructural elements and actors was also disappointing. The translation and usefulness of urban metabolism for spatial design will remain difficult without this 'spatialization'.

## KEYWORDS

Urban metabolism, representation, spatial translation

## OVER DE AUTEURS

Pauline Adam, Yaëlle Jacobs en Dimitri Voordeckers waren op het moment van het schrijven van dit artikel studenten in de masteropleiding Stedenbouw en Ruimtelijke Planning aan de faculteit Architectuur van KU Leuven.

Hans Leinfelder is docent in ruimtelijk beleid, planningstheorie en ecologie aan de faculteit Architectuur en coördinator van de PLEN-onderzoeksgroep aan het departement Architectuur van KU Leuven.

## SAMENVATTING

De recente opkomst van het begrip 'stedelijk metabolisme' biedt perspectieven voor een integratie van milieu- en ruimtelijke uitdagingen. Een kortlopend onderzoek binnen de masteropleiding stedenbouw en ruimtelijke planning aan KU Leuven hield de projecten over het stedelijk metabolisme van Rotterdam en Brussel tegen het licht. Hieruit bleek vooral de verruimtelijking van de kenmerkende, gedetailleerde analyse van materiaalstromen nog onvoldoende. De integratie van materiaalstromen met ruimtelijke dragers en relevante actoren blijft immers achterwege. Ook een verkenning op het internet van mogelijke integrerende voorstellingswijzen van stromen, knopen, dragers en actoren leverde onvoldoende resultaten op. Zonder deze verruimtelijking blijft een vertaling van het stedelijk metabolisme in ruimtelijk ontwerp moeilijk.

## SLEUTELWOORDEN

Stedelijk metabolisme, voorstellingswijze, ruimtelijke vertaling

## Inleiding

Hoewel 'stedelijk metabolisme' als begrip reeds veertig jaar geleden het levenslicht zag, kent het pas de laatste tien jaar een echte opmars. Steeds meer steden ondernemen vandaag pogingen om de verschillende materiaalstromen op hun grondgebied efficiënter te benutten en te combineren. Wat uit deze experimenten blijkt, is de moeizame ruimtelijk relevante vertaling van het stedelijk metabolisme. De typerende kwantitatieve benadering van materiaalstromen staat immers vaak los van de ruimtelijke elementen waaraan deze stromen zijn verbonden. Verder komen potentiële plekken voor het verknopen van materiaalstromen dikwijls ad hoc uit onderwerpend onderzoek naar boven en niet als het resultaat van een geïntegreerde ruimtelijk-metabole analyse.



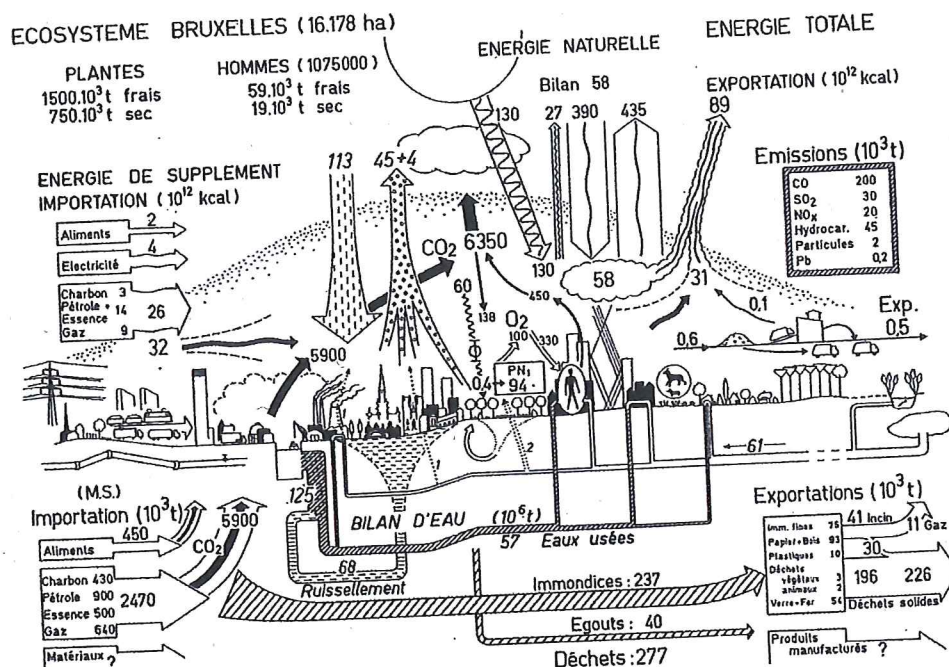
Dit artikel geeft de resultaten weer van een eerste stap in een zoekproces naar een doorgedreven ruimtelijke vertaling van stedelijk metabolisme. Aan de basis ligt een kortlopend onderzoek in het kader van het Academisch Ontwerpbureau Stedenbouw en Ruimtelijke Planning (A©B SRP) aan de Faculteit Architectuur van KU Leuven. Dit academisch ontwerpbureau fungeert als een permanent laboratorium, een platform waar studenten, docenten en onderzoekers elkaar ontmoeten in discussies en gezamenlijk onderzoek en ontwerp. Vanwege het korte tijdsbestek waarin dit onderzoek plaatsvond, blijft het artikel verkennend en probleemstellend van aard. Het evalueert hoe ruimtelijk relevant het onderzoek naar het stedelijk metabolisme in Rotterdam en Brussel is en welke inspiratie er voor de ruimtelijke voorstelling van metabole stromen, knopen en actoren te vinden is op het internet. In de conclusie worden enkele aanbevelingen geformuleerd om stedelijk metabolisme beter in te zetten als ruimtelijke ontwerp- en beleidstool. Zij vormen de basis voor een volgende stap in het zoekproces waarover later zal worden gerapporteerd.

## 1. Opkomst van 'stedelijk metabolisme' als begrip

Het effect van menselijke activiteit op het mondiale leefmilieu is vandaag duidelijk zichtbaar. Het zette Crutzen aan om in 2002 de term 'Anthropoceen' te introduceren, zich hierbij inspirerend op een veel vroegere, eenmalige vermelding van de term in 1922 door de Russische geoloog Pavlov. Hij bedoelt hiermee het huidige, door de mens gedomineerde geologische tijdperk dat zich als een soort addendum aan het Holoceen<sup>1</sup> manifesteert. Kenmerkend zijn de onverminderde exponentiële groei van de menselijke populatie en van het gebruik van natuurlijke voorraden per capita (Crutzen, 2002). De negatieve en enigszins vermanende ondertoon waarmee het begrip 'Anthropoceen' als vanzelf lijkt gepaard te gaan, kreeg van de curator van de Internationale Architectuur Biënnale 2014 in Rotterdam, Dirk Sijmons (2014) echter een optimistische noot mee. Hij stelt dat de term net kansen biedt voor een substantiële paradigmawijziging. Waar menselijke ingrepen vaak worden omschreven als een kracht die de aarde beïnvloedt waardoor er een fictieve tegenstelling ontstaat tussen de 'menselijke samenleving' en de 'natuur', is hij net van mening dat 'natuurlijke' en 'menselijke' krachten juist zeer sterk verweven zijn. Vele processen zijn bijgevolg hybride van karakter en zijn gebaseerd op de samenwerking tussen elementen in het ecologische netwerk enerzijds en menselijke actoren in het sociale netwerk anderzijds (Opdam, 2014).

<sup>1</sup> Het Holoceen is het geologische tijdvak van 11.000 jaar geleden tot nu.

Het is in deze context dat het concept 'stedelijk metabolisme' opgang maakt als een methode om stedelijke omgevingen te onderzoeken en te ontwerpen. De tegenstelling tussen stad en natuur maakt hierbij plaats voor een zoektocht naar nieuwe synergieën. Wolman (1965) lanceerde het begrip 'stedelijk metabolisme' reeds veertig jaar geleden in een artikel waarin hij de stromen van water, materialen, energie en afvalstoffen van een hypothetische Amerikaanse stad van 1 miljoen inwoners kwantificeerde. Sindsdien polijstten verschillende auteurs (Odum, 1971; Zucchetto, 1975; Baccini & Brunner, 1991; Huang, 1998) verder aan het begrip, met een klemtoon op de analytische potentie ervan. Eenieder deed dit vanuit een eigen inhoudelijke of methodologische invalshoek (voor een overzicht zie Kennedy et al., 2007). Een van de vermeldenswaardige internationale mijlpalen in de evolutie van het begrip tot wat het nu is, is een veelomvattende kwantificering van de natuurlijke energiebalans in Brussel (Duvignaud & Denaeyer-Desmet, 1977) (figuur 1).



FIGUUR 1. Het stedelijk metabolisme van Brussel in het begin van de jaren 1970 (Duvignaud & Denaeyer-De Smet, 1977)

Vandaag lijkt 'stedelijk metabolisme' vooral te worden gedefinieerd als de som van de technische en socio-economische processen die plaatsvinden in steden en die resul-



teren in groei, energieproductie en verwijdering van afval (Kennedy et al., 2007). De overheersende opvatting is dat een stad, net zoals een natuurlijk ecosysteem, duurzaam is als deze energetisch zelfvoorzienend is, gebruik maakt van duurzame bronnen en door recyclage ongeveer grondstoffenneutraal werkt. Diverse onderzoeken leggen dan ook sterk de nadruk op analyses die de instroom, uitstroom en voorraden van verschillende materialen in een stedelijk systeem en de uitwisseling van materialen tussen deze stromen begroten. Zeer praktische toepassingen van deze benaderingen zijn duurzaamheidsindicatoren voor steden, de ecologische voetafdruk van steden of een stedelijke broeikasgasboekhouding.

## 2. Aarzelende inbedding van stedelijk metabolisme in planning en ontwerp

Het duurt tot 2003 vooraleer 'stedelijk metabolisme' niet louter analytisch, maar voor de eerste maal ook als een ontwerptool wordt verkend. Oswald et al. (2003) beschrijven in hun bekende boek 'Netzstadt' een nieuwe stedelijkheid door middel van stromen van mensen, goederen en informatie in een netwerk en gebruiken dit als een startpunt voor nieuwe stedelijke ontwikkelingen. Naast Rotterdam, tijdens de Biënnale in 2014, raken steeds meer steden geïnspireerd door het metabolische concept, al dan niet in samenhang met het in opmars zijnde beleidsideaal van een 'circulaire economie'. In de Belgische context heeft Brussel recent, in het kader van het Atelier Brussel in de Biënnale van 2016, een verdienstelijke poging achter de rug. Ook Antwerpen laat momenteel haar stedelijk metabolisme in kaart brengen (Team Vlaams Bouwmeester, zonder datum). In de transitie die Vlaanderen en Nederland momenteel doormaken van een afzonderlijk ruimtelijk en milieudenken naar een geïntegreerd omgevingsdenken biedt 'stedelijk metabolisme' zonder meer interessante aanknopingspunten.

Holmes & Pincetl (2012) stellen dat de huidige schematische voorstelling van het 'stedelijk metabolisme' vooral analytisch sterk is, met een nadruk op de grootte van de verschillende materiaalstromen. Deze voorstelling schiet echter tekort voor de ruimtelijke planning en het ruimtelijk ontwerp. Een ruimtelijk relevante vertaling waarbij het stedelijk metabolisme wordt gekoppeld aan ruimtelijke dragers en elementen, is onontbeerlijk om in de ruimte die plekken te ontdekken waar intelligente koppelingen tussen stromen kunnen worden gemaakt. Omdat ontwerpers van het stedelijk metabolisme vandaag worstelen met de meest uiteenlopende voorstellings-technieken, blijven deze plekken tot nog toe vaak onzichtbaar. Als er door middel

van ontwerpend onderzoek toch plekken voor koppeling van stromen worden gedetecteerd, lijkt de onderliggende geïntegreerde ruimtelijke én metabole logica weinig transparant of gewoon zoek. De potentiële plekken duiken als het ware op tijdens het ruimtelijk ontwerp, waarbij de metabole analyse hoogstens als inspiratie op de achtergrond aanwezig is.

De ruimtelijke planning van 'stedelijk metabolisme' mag zich bovendien niet beperken tot een betere koppeling van de stromen aan de ruimte. Minstens even belangrijk zijn de actoren die op verschillende manieren betrokken zijn bij de materiaal- en energiestromen en bij de mogelijke koppelingen tussen deze stromen. Wil het ruimtelijk ontwerp ook een vertaling krijgen in het ruimtelijk beleid, of in een geïntegreerd omgevingsbeleid, moeten de actoren in de analyse en het ontwerp van stedelijk metabolisme evenzeer zichtbaar zijn.

### 3. Kritische analyse van de ruimtelijke dimensie van het stedelijk metabolisme in Rotterdam en Brussel

Om het stedelijk metabolisme als (ruimtelijke) analyse- en/of ontwerptool beter te begrijpen, werden in een eerste fase twee bestaande cases geëvalueerd. Het project 'Stedelijk Metabolisme van Rotterdam' kwam tot stand in 2014 naar aanleiding van de Internationale Architectuur Biënnale Rotterdam (IABR, 2014). Het is als het ware de pionier en trendsetter voor onderzoek naar stedelijk metabolisme in de Lage Landen. De gemaakte schema's en kaarten hebben een hoge visuele waarde en zijn een streling voor het oog, maar de vraag is of ze ook effectief alle informatie bevatten die nodig is om het stedelijk metabolisme als ruimtelijke ontwerp- en beleidstool in te zetten. Het tweede project, 'Urban metabolism and circular economy in the Brussels region' door Atelier Brussels, met onder meer de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM), Architecture Workroom Brussel (AWB) en Ruimte Vlaanderen<sup>2</sup>, kwam tot stand tijdens de IABR van 2016 (Atelier Brussels, 2016). De vraag is of het project verder gaat in het ruimtelijk analyseren van het stedelijk metabolisme en het gebruik ervan als ontwerptool.

Daarnaast biedt het internet heel wat inspiratie inzake mogelijke voorstellingswijzen van stedelijk metabolisme. Via allerlei zoektermen in Google Afbeeldingen, zoals

<sup>2</sup> Ruimte Vlaanderen is het departement binnen de Vlaamse overheid dat bevoegd is voor het ruimtelijke ordeningsbeleid. In april 2017 werd het met het leefmilieudepartement samengevoegd tot het Departement Omgeving.



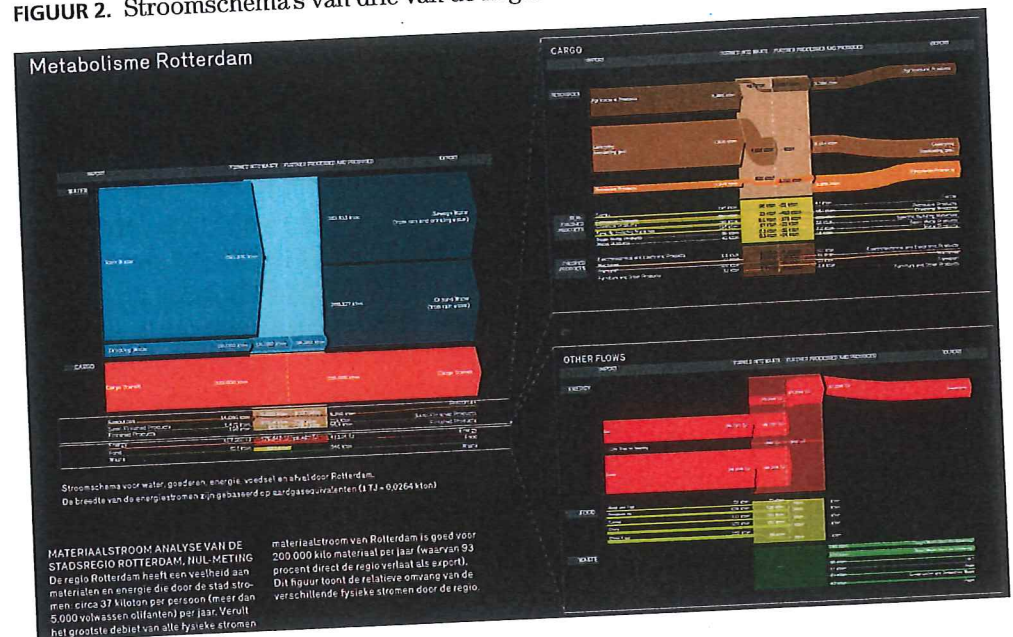
‘stedelijk metabolisme’, ‘stedelijke stromen’ en ‘circulaire steden’, startte de zoektocht naar relevante voorbeelden. Dit leidde tot schema’s over stofstromen, kaarten met knooppunten en voorstellingen van de samenwerking tussen verschillende actoren. De beoordeling van elke relevante voorstellingswijze vond plaats door een toetsing aan zeven criteria. Deze criteria bestreken de drie relevante dimensies voor een ruimtelijke voorstelling van stedelijk metabolisme, namelijk de weergave van de stromen, de ruimtelijke verankering en de actoren. De laatste twee dimensies werden elk gevat door één criterium; de meest prominente dimensie, deze van de stromen, werd geëvalueerd aan de hand van volgende vijf criteria: de gradatie in het belang van de verschillende stromen, de omvang van stromen, de in- en uitgaande stromen in een stad, de richting van de stromen en de onderlinge combinatie van stromen.

#### 4. Rotterdam en Brussel zetten stedelijk metabolisme onvoldoende in als ruimtelijke ontwerp- en beleidstool

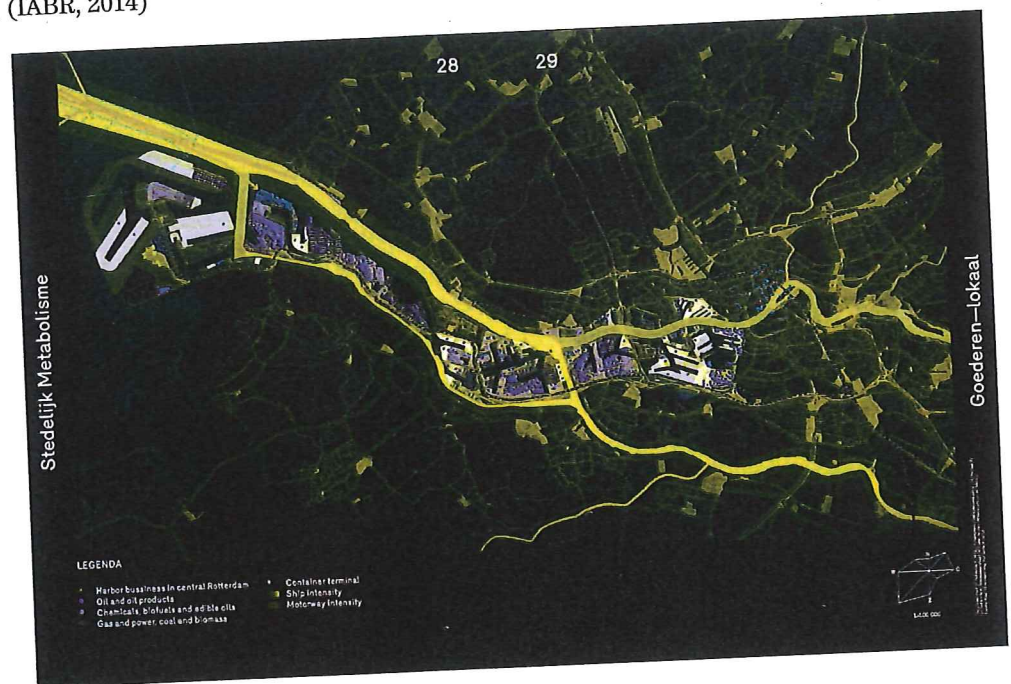
Het stedelijk metabolisme van Rotterdam geeft weer hoe negen verschillende stromen goederen, mensen, afval, biota, energie, voedsel, zand en klei, lucht en water, functioneren en het stedelijk leven in Rotterdam beïnvloeden. De stromen worden gevisualiseerd in stroomschema’s (figuur 2). Dit heeft als voordeel dat de belangrijke stromen direct zichtbaar zijn en ook de hoeveelheden van inkomende en uitgaande stromen duidelijk leesbaar zijn. De input in het stedelijk systeem bevindt zich meestal links in het stroomschema, de output rechts. Centraal in het schema wordt duidelijk hoe de stromen zich binnen het stedelijk systeem opsplitsen, verenigen en soms gestockeerd blijven. Het grote nadeel van deze veelgebruikte stroomschema’s is echter het ontbreken van enige ruimtelijk dimensie. Hoewel de inkomende en uitgaande stromen naar en van Rotterdam worden weergegeven, mist deze grafiek veel relevante informatie zoals bijvoorbeeld over hoe en waar de stromen ruimtelijk en via welke infrastructuren toekomen en weer buiten gaan.

Daartoe dienen andere kaarten die een specifieke stroom op een lokale en een regionale schaal uitbeelden (figuren 3 en 4). De gele kleur licht de gebruikte waterwegen en vaarroutes voor het vervoer van goederen op. De gradaties in geel geven de verschillen in omvang van de goederenstromen weer. De omvangrijkste stroom in de meest felle gele kleur is direct herkenbaar. Andere gradaties zijn veel minder vlot leesbaar waardoor het gissen is naar de juiste omvang van de stromen.

FIGUUR 2. Stroomschema's van drie van de negen stromen in Rotterdam (IABR, 2014)

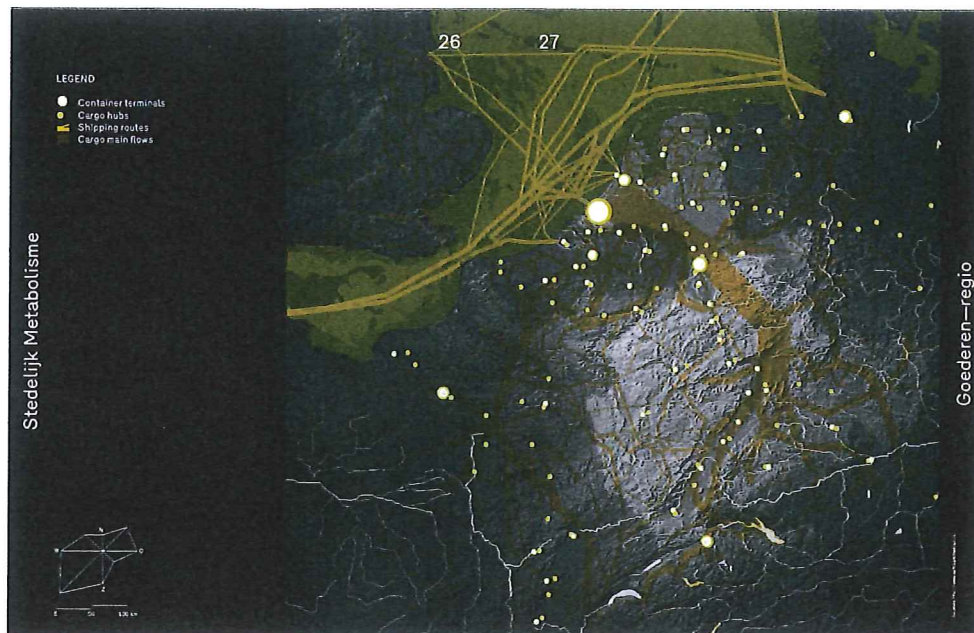


FIGUUR 3. Ruimtelijke weergave van goederenstroom op lokale schaal in Rotterdam (IABR, 2014)



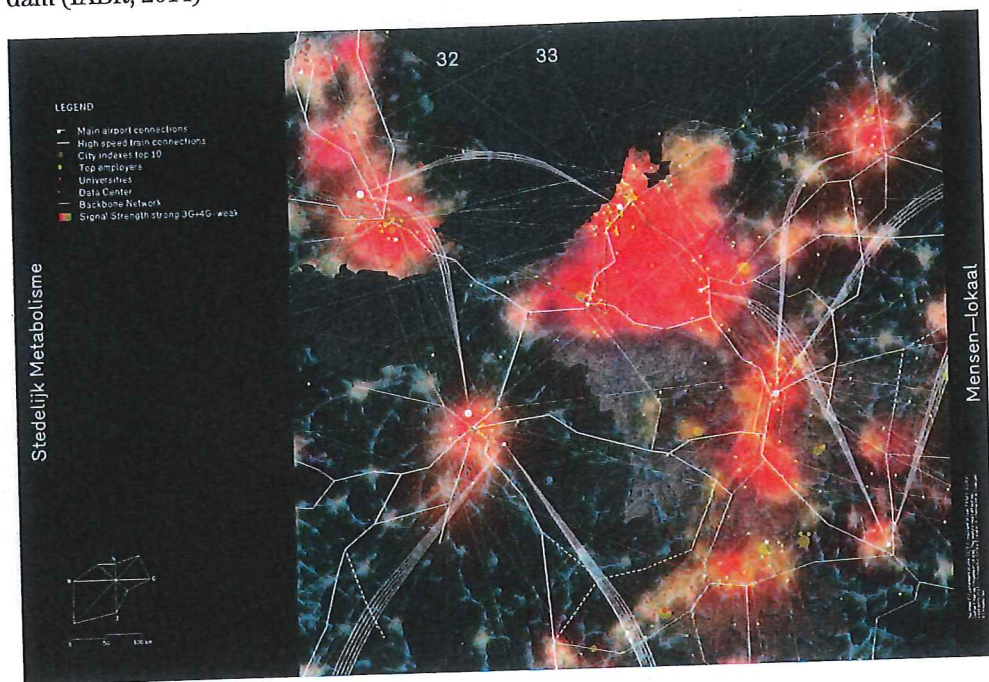


**FIGUUR 4.** Ruimtelijke weergave van goederenstroom op regionale schaal in Rotterdam (IABR, 2014)



Op het eerste gezicht lijkt het dat IABR 2014 in deze voorstellingswijze de goederenstroom effectief vastklijkt aan ruimtelijke elementen, namelijk de waterwegen. Uit het onderzoek van de voorstelling van andere stromen, lijkt deze connectie met de ruimtelijke dimensie echter eerder toevallig. Net omdat de goederen vooral via waterwegen toekomen, is het logisch om ook die waterlopen visueel een andere kleur te geven. Bij andere stromen, bijvoorbeeld van mensen (figuur 5), maakt IABR 2014 geen koppeling tussen de stroom en ruimtelijke elementen. De grote bevolkingsconcentraties lichten op in verschillende gradaties, maar de stromen tussen de concentraties worden niet verankerd aan infrastructuurelementen.

**FIGUUR 5.** Ruimtelijke weergave van mensenstromen op internationale schaal in Rotterdam (IABR, 2014)



Wat in dit onderzoek over het stedelijk metabolisme in Rotterdam nog ontbreekt, zijn de betrokken actoren. Zij worden op geen enkele kaart duidelijk weergegeven, hoewel inzicht ter zake essentieel is om het stedelijk metabolisme ook als beleidstool te kunnen inzetten.

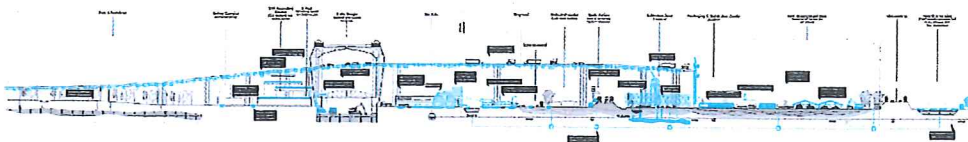
Het onderzoek in Rotterdam eindigt met vier verschillende strategieën. De onderlinge koppeling van de negen verschillende stromen blijft in deze ontwerpfase echter uit, alhoewel dit nochtans de voornaamste opzet van het stedelijk metabolisme als ontwerptool lijkt te zijn. De verschillende stromen hoeven immers niet enkel intern geoptimaliseerd te worden, maar er moet ook een effectieve koppeling tussen verschillende stromen worden nagestreefd.

In de tweede case stelde Atelier Brussels aan de ontwerpers de vraag om stedelijk metabolisme te onderzoeken als drager voor een duurzame overgang naar een circulaire economie in het gewestgrensoverschrijdende metropolitane gebied. De ontwerpers beseften maar al te goed dat Brussel een enorme waaier aan stromen kent. Om die reden opteelden ze ervoor om hun onderzoek te beperken tot de stromen van bouw- en sloopafval, organisch afval, water en logistieke stromen op drie locaties langs het kanaal (Birmingham,



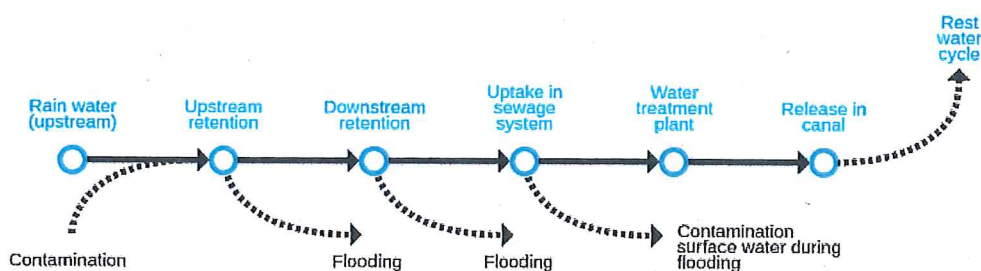
Masui & Buda). Het resultaat van het onderzoek is samengevat in een snede per locatie en een schema en een kaart per stroom. De snedes (figuur 6) geven een schematisch ruimtelijk beeld van de stromen op een specifieke locatie met de aanwezige productieplaatsen en actoren. De vier materiaalstromen worden echter niet geografisch gesitueerd.

FIGUUR 6. Snede ter hoogte van Buda (Atelier Brussels, 2016)



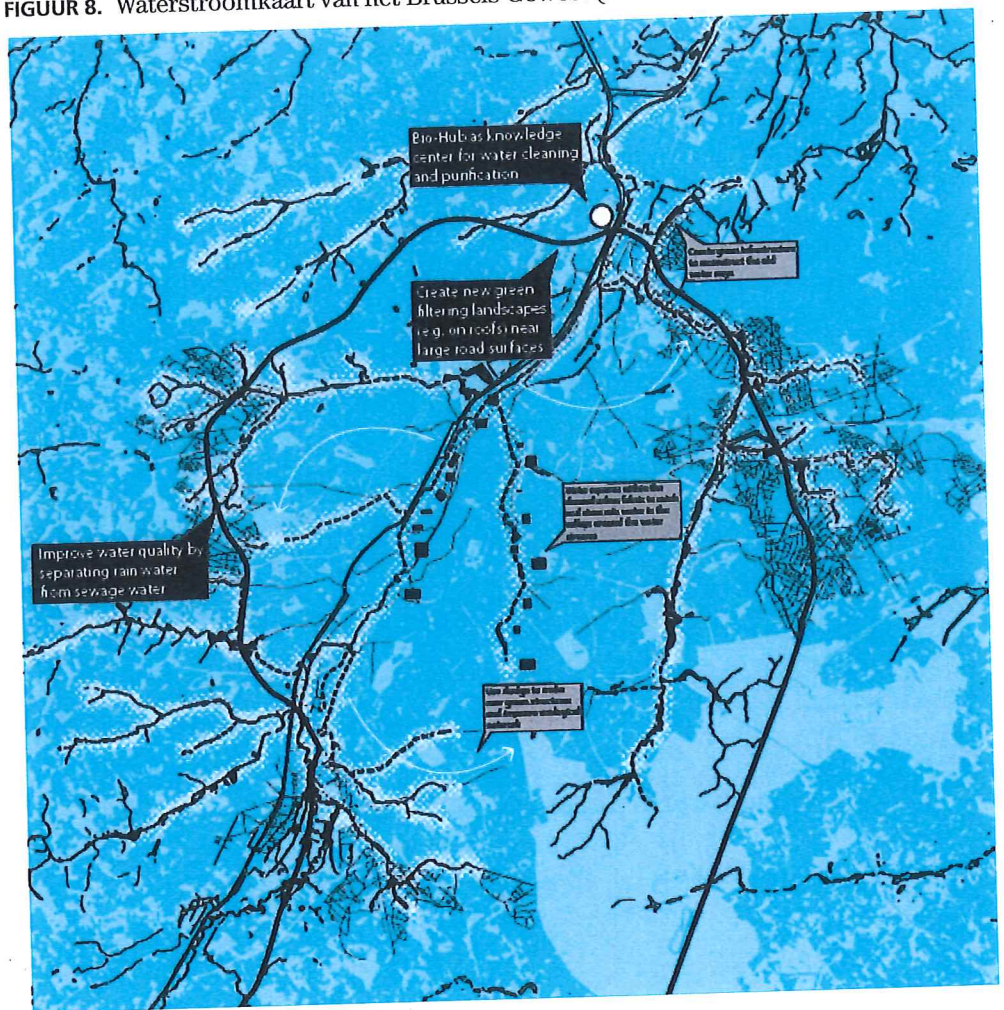
De stroomschema's geven wel alle relevante elementen in een stroom weer, maar bevatten actoren noch ruimtelijke aanknopingspunten (figuur 7).

FIGUUR 7. Waterstroomschema in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Atelier Brussels, 2016)



De kaarten per stroom bevatten ruimtelijke elementen - vooral het kanaal, de waterlopen, de ring en de administratieve gemeentegrenzen - maar enkel de begin- en eindpunten van de stromen vallen schematisch te herkennen in de ruimte (figuur 8). De resultaten van het onderzoek naar het Brussels stedelijk metabolisme kennen met andere woorden een te gefragmenteerde voorstelling om bruikbaar te zijn als samenhangende basis voor ruimtelijk ontwerp en beleid.

FIGUUR 8. Waterstroomkaart van het Brussels Gewest (Atelier Brussels, 2016)



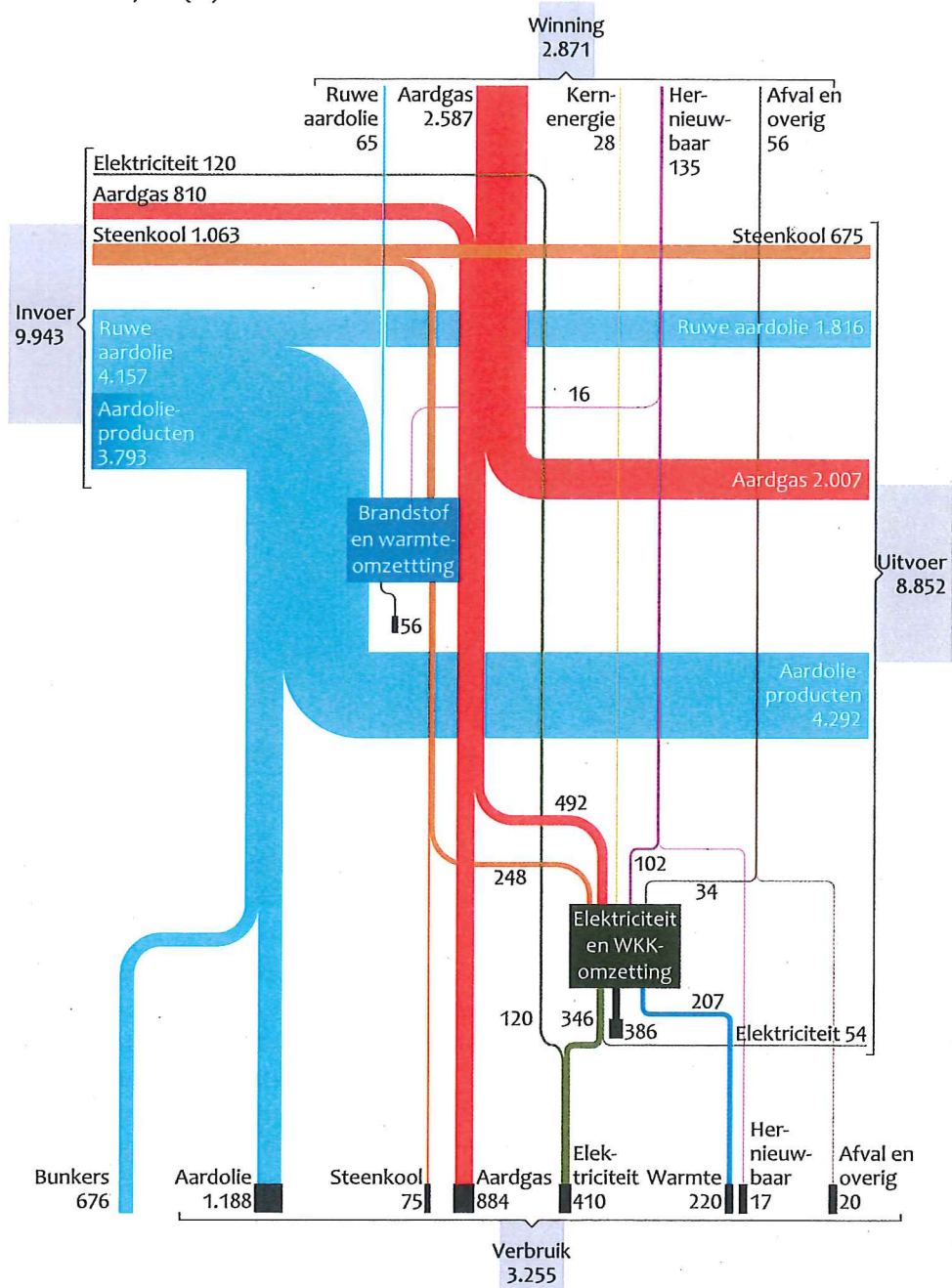
## 5. Het internet biedt inspiratie, maar geen soelaas

Opvallende algemene vaststelling over de op het internet gevonden voorstellingswijzen, is dat geen enkele ervan aanknopingspunten biedt om stromen, ruimtelijke context en actoren gezamenlijk in één enkel kaartbeeld te vatten.



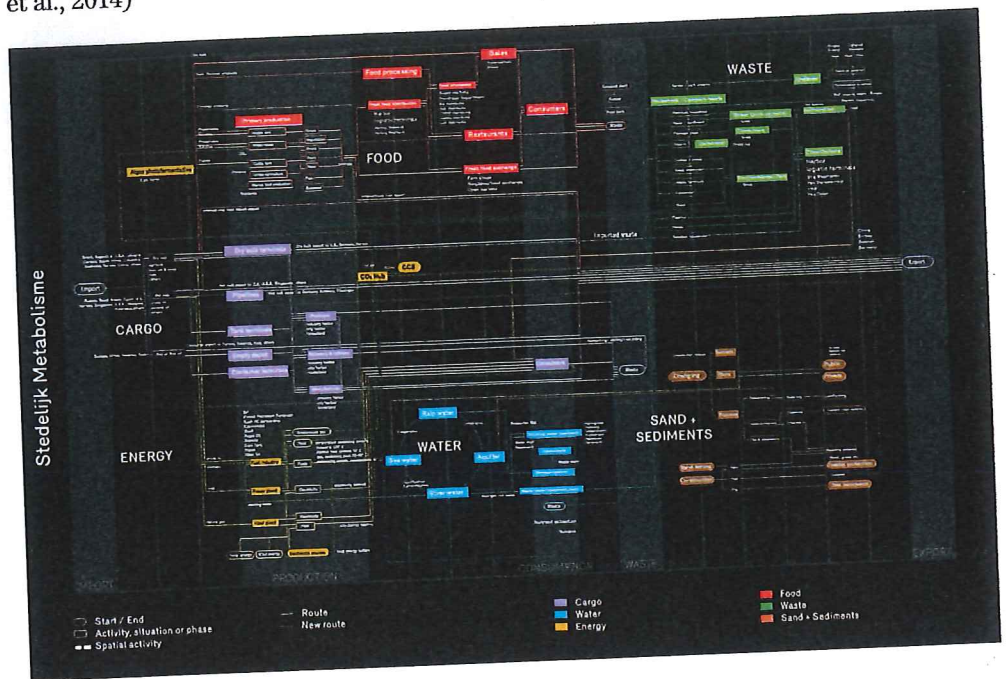
FIGUUR 9. Energiestromen (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2013)

## Energiestromen, 2013\*\*

Eenheid:  $10^{15}$  joule (PJ)

Stromen worden, zoals bij Rotterdam, het vaakst en eenvoudigst voorgesteld door middel van stroomdiagrammen of -schema's. Het schema van energiestromen in Nederland (figuur 9) geeft bijvoorbeeld opnieuw in één beeld de omvang, de in- en uitvoer en de voorraden van die stromen weer. In uitzonderlijke gevallen worden ook de betrokken actoren opgenomen, zoals in het samenhangende schema van de stofstromen in Rotterdam (figuur 10). Omdat de stromen echter niet ruimtelijk worden weergegeven, blijken deze stroomdiagrammen slechts beperkt bruikbaar als ruimtelijke ontwerp- en beleidstool.

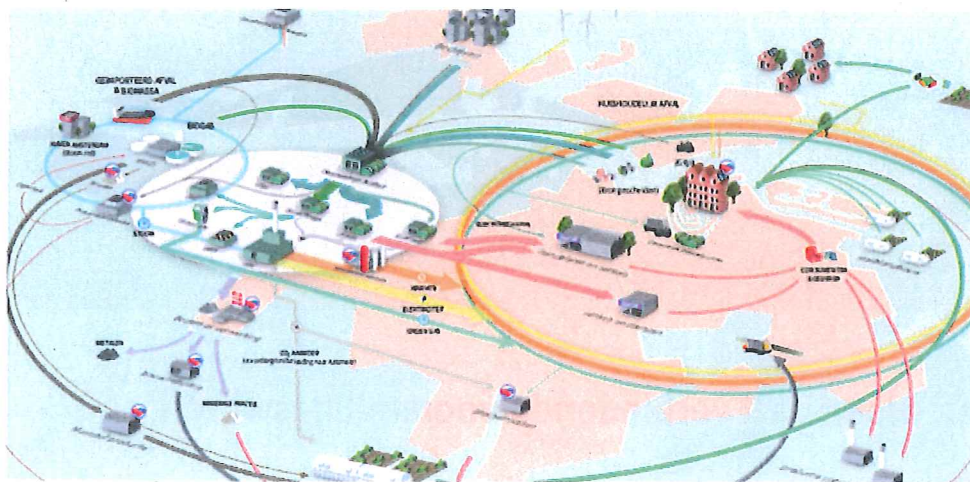
**FIGUUR 10.** Samenhangend schema van stofstromen in Rotterdam (Gemeente Rotterdam et al., 2014)



De snede van 'L'écosystème urbain Bruxellois' (figuur 1) was een van de eerste voorstellingen van het stedelijk metabolisme dat stromen wel koppelt aan ruimtelijke elementen. De snede bevat ook informatie over de richting en de omvang van de stromen. De verschillende stromen worden bovendien met elkaar gecombineerd in één voorstelling. Dit blijkt in weinig andere voorbeelden te gebeuren. Het grootste nadeel van dergelijke snedes is echter dat de precieze geografische locatie waar de stromen samenkomen, de knooppunten, moeilijk valt weer te geven.



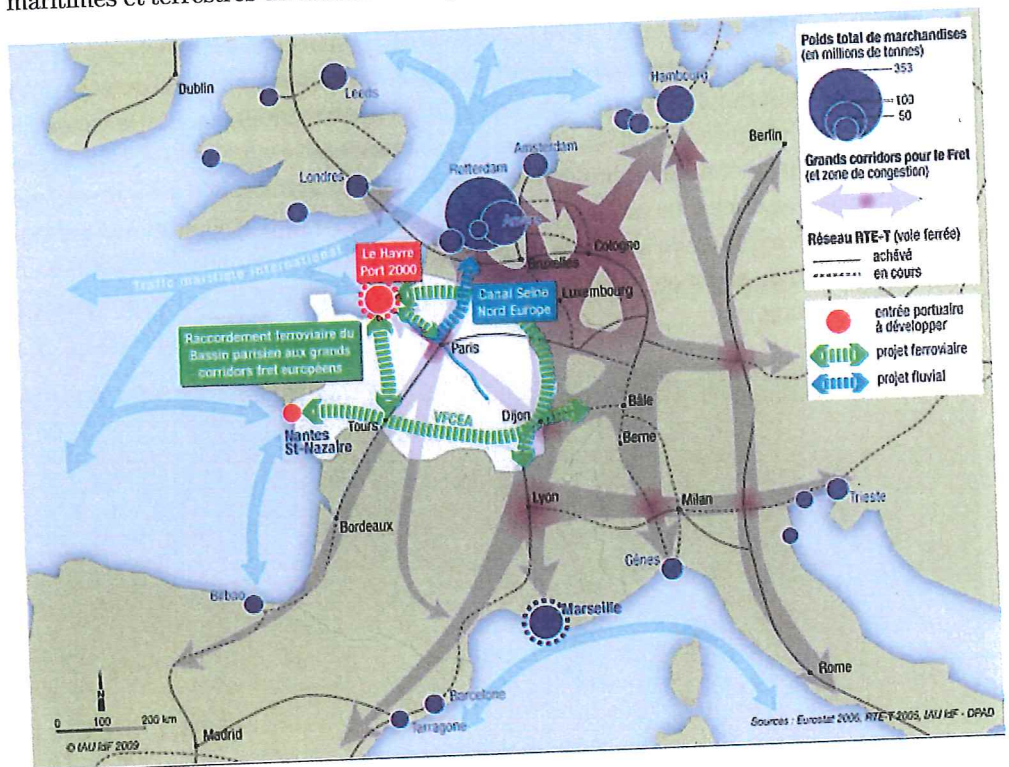
**FIGUUR 11.** Industriële symbiose (Cirkellab, 2015)



RUIMTE & MAATSCHAPPIJ, 9 (1), 33



**FIGUUR 12.** Le système portuaire de l'estuaire de la Seine dans les grands flux européens maritimes et terrestres de marchandise (Collectif BEN, 2015).



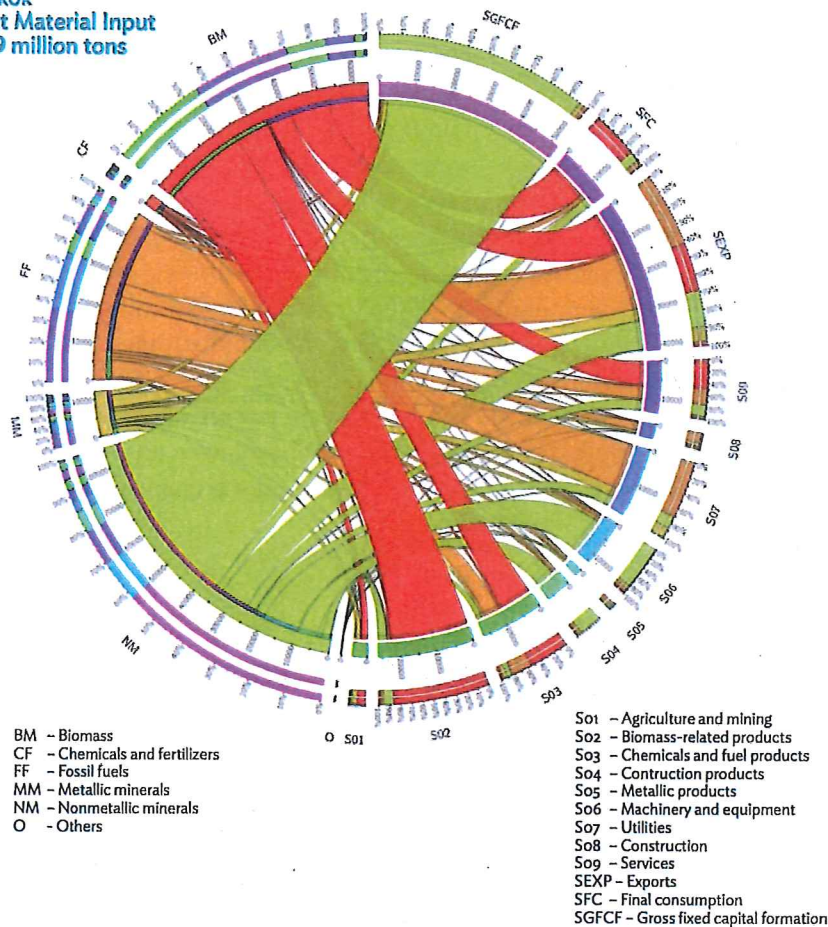
## 6. Nood aan verbindende voorstellingswijzen

Uit de analyse van de cases van Rotterdam en Brussel en van de inspirerende voorbeelden die op het internet te vinden zijn, blijkt de klemtoon in de meeste voorstellingswijzen slechts op een van de drie dimensies te liggen die relevant zijn voor het inzetten van stedelijk metabolisme als ontwerp- en beleidstool. Ofwel besteedt de grafiek in het bijzonder aandacht aan de verschillende materiaal- en/of energiestromen; de voorstellingswijze brengt dan de in- en uitvoer van materialen naar en van de stad en de omvang en richting van stromen en voorraden in kaart. Ofwel focust de voorstellingswijze vooral op de ruimtelijke elementen waaraan stromen kunnen gekoppeld zijn; kaarten geven dan de (transport)infrastructuur en de knooppunten in het infrastructuurnetwerk weer. Tenslotte is er slechts een beperkt aantal voorstellingswijzen die de actoren weergeven die aan stromen verbonden kunnen zijn.



FIGUUR 13. Materiaalstromen in Bangalore (Asian Development Bank, 2000)

Bangkok  
Direct Material Input  
211.9 million tons



In de zoektocht is er in ieder geval geen enkele voorstellingswijze gevonden die erin slaagt om de drie dimensies in één beeld te vatten. De cases over het stedelijk metabolisme in Rotterdam en Brussel slagen er onvoldoende in om de verbanden tussen zelfs maar twee van de drie dimensies in voorstellingswijzen te vatten. De aangehaalde beelden over het stedelijk metabolisme in Rotterdam (zie figuren 2, 3 en 4) illustreren dit uitstekend. Naast een zeer omvattende, leesbare schematische weergave van de stromen van goederen, is er de duidelijke analysekaart van de verschillende infrastructuurcomponenten waarlangs deze stromen zouden kunnen plaatsvinden. Een kaart die de veelheid aan informatie van beide kaartlagen verwerkt en integreert, ontbreekt evenwel.

Waar het stedelijk-metabolismeconcept net gebaseerd is op het verbinden, blijkt met andere woorden net het leggen van dergelijke verbanden tussen stromen, ruimtelijke elementen en actoren vandaag nog vaak te ontbreken. Deze verbanden zijn juist cruciaal voor het ontwerpend onderzoeken van en het formuleren van een ruimtelijk beleid op basis van stedelijk metabolisme. Als opstap naar een optimalisering van stedelijk metabolisme voor ontwerp en beleid, is de conclusie van deze eerste verkenning dan ook dat het belangrijk is om vooral te zoeken naar verbindende voorstellingswijzen. De integratie van 'stromen' en 'ruimtelijke elementen' heeft nood aan nieuwe voorstellingswijzen die erin slagen om de aanwezige infrastructuur in een stad inhoudelijk op te laden met gegevens over de in- en uitvoer, omvang en richting van stromen. Op die manier kunnen plekken tot uiting komen waar een ruimtelijke-functionele verknoping tussen complementaire, metabole stromen kan onderzocht worden. Dit streven naar verbindende voorstellingswijzen geldt evenzeer voor het linken van de verantwoordelijkheid van publieke en private actoren aan de stromen en het beheer van voorraden in een stad. Deze aanbevelingen vormen de basis voor een volgende stap in het zoekproces waarover later zal worden gerapporteerd.

## Bronnen

- Asian Development Bank (2014). *Urban Metabolism of Bangalore*. In: Asian Development Bank. *Urban Metabolism of six Asian cities*. Mandaluyong, Filipijnen: Asian Development Bank.
- Atelier Brussels (2016). *Urban metabolism and circular economy in the Brussels region*. Geraadpleegd op 13 november 2016 via <http://www.fabrications.nl/projects/BrusselsMetabolism/>.
- Baccini, P. & Brunner, P. (1991). *Metabolism of the anthroposphere*. Berlin: Springer-Verlag.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2014). *Compendium voor de Leefomgeving (CLO), stroomdiagram energie voor Nederland-2013*. Geraadpleegd op 28 oktober 2016, via <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0201-energiebalans-nederland-stroomdiagram>.
- Cirkellab (2015). *Blog: Kringlopen sluiten op een bedrijventerrein*. Geraadpleegd op 20 oktober 2016, via <http://www.cirkellab.nl/2015/11/18/blog-kringlopen-sluiten-op-een-bedrijventerrein/>.
- Collectif citoyen et républicain Bienvenue en Normandie (Collectif BEN). (2015). *Schéma stratégique Vallée de la Seine: Seconde Partie*. Geraadpleegd op 20 oktober 2016, via <http://normandie.canalblog.com/archives/2015/03/01/31621690.html>.
- Crutzen, P. (2002). *Geology of mankind*. *Nature*, 23 (415), 23.
- Duvignaud, P. & Denaeyer-De Smet, S. (1977). *L'écosystème urbain bruxellois*. In: Duvignaud, P. & Kestemont, P. (eds.). *Productivité en Belgique. Travaux de la Section Belge du Programme Biologique International*. Brussel-Paris: Editions Duculot.
- Gemeente Rotterdam, IABR, FABRIC, JCFO & TNO (2014). *Stedelijk Metabolisme, duurzame ontwikkeling van Rotterdam*. Rotterdam: Mediacenter Rotterdam.
- Holmes, T. & Pincetl, S. (2012). *Urban metabolism literature review*. Los Angeles: UCLA Institute of the Environment.



- Huang, S. (1998). Urban ecosystems, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei metropolis. *Journal of Environmental Management*, 52 (1), 39-51.
- IABR (2014). Urban by nature. Geraadpleegd op 20 oktober 2016, via <http://iabr.nl/event14/rotterdamse-metabolisten>.
- Kennedy, C., Cuddihy, J. & Engel-Yan, J. (2007). The changing metabolism of cities. *Journal of Industrial Ecology*, 11 (2), 43-59.
- Odum, E. (1971). *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: Saunders.
- Opdam, P. (2014). *Social-ecological networks: building connections for sustainable landscapes*. Farewell address upon retiring as Professor of Landscape in Spatial Planning at Wageningen University, 18 December 2014. Wageningen: Wageningen University.
- Oswald, F., Baccini, P. & Michaeli, M. (2003). *Netzstadt: designing the urban*. Basel: Birkhäuser.
- Sijmons, D. (2014). Waking up in the Anthropocene, p. 13-20. In: Brugmans, G. & Strien, J. (2014). *IABR-2014-Urban By Nature*. Rotterdam: IABR.
- Team Vlaams Bouwmeester (zonder datum). Circulaire stad. <http://www.vlaamsbouwmeester.be/nl/instrumenten/pilootprojecten/antwerpen-circulaire-stad-van-morgen>. Geraadpleegd op 14 juni 2017.
- Zucchetto, J. (1975). Energy, economic theory and mathematical models for combining the systems of man and nature. Case study, the urban region of Miami. *Ecological Modelling*, 1 (4), 241-268.



1

Jaargang 9  
september 2017

# Ruimte & Maatschappij

Vlaams-Nederlands tijdschrift  
voor ruimtelijke vraagstukken



Verschijnt driemaandelijks  
in september, december, maart en juni

Garant